

## Verfahren zum Herstellen eines Schichtsystems

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines  
5 Schichtsystems nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und Bauteil gemäss Anspruch 15.

10 Turbinenschaufeln sowie andere Bauteile für Hochtemperaturanwendungen weisen nach langer Benutzung vielfach Risse oder Bereiche auf, in denen Korrosion auftrat, wobei diese Risse oder Bereiche im Rahmen einer Aufarbeitung der Bauteile entfernt werden müssen, wodurch dort jeweils eine Vertiefung entsteht.

15 Die Risse oder die Vertiefung werden dann mit einem Lot aufgefüllt.

Das mehrkomponentige Lot enthält u.a. Schmelzpunkterniedriger (z.B. Bor) oder andere Bestandteile, die, wie Untersuchungen im Rahmen der vorliegenden Erfindung ergeben haben, mit einer  
20 aufzutragenden abschließenden Beschichtung (z.B. Korrosionsschutzschicht, Wärmeschutzschicht) Sprödphasen (z.B. Chromborid) bilden.

Solche Schichtsysteme weisen daher schlechte mechanische Eigenschaften, insbesondere bei hohen Temperaturen, auf.

25 Auch wird die Oxidations- und Korrosionsschutzfunktion der Beschichtung verringert.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung ein Verfahren und ein Bauteil  
30 aufzuzeigen, das diese Eigenschaften des Schichtsystems mit einer unterliegenden aufgefüllten Vertiefung verbessert.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass eine Komponente des Lots mit einer nachfolgend aufgetragenen Beschichtung in  
35 unerwünschter Weise reagiert.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäss Anspruch 1, indem in einem Zwischenschritt ein zweites Material aufgebracht wird, das mit dem ersten Material, beispielsweise einem Lot, beispielsweise reagiert und die unerwünschten Bestandteile des ersten Materials dadurch entzieht, dass es zumindest teilweise Verbindungen mit diesem bildet.

Das zweite Material wird dann zusammen mit den aus dem ersten Material herausgelösten unerwünschten Bestandteilen wieder entfernt, also geopfert. So enthält die Begrenzungsfläche des ersten Materials zu der Beschichtung keine Bestandteile mehr, die mit dem Material einer noch aufzubringenden Beschichtung in unerwünschter Weise reagieren können.

Das zweite Material kann aber auch das erste Material nur bedecken und einen Abstand zu der noch aufzubringenden Schicht schaffen, der eine Reaktion von Bestandteilen des ersten Materials mit der Beschichtung verhindert oder deutlich reduziert. Die Beschichtung aus dem zweiten Material stellt somit eine Diffusionsbarriere oder -schwelle dar.

Die Aufgabe wird weiterhin gelöst durch ein Bauteil gemäss Anspruch 15.

In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Maßnahmen aufgelistet.

Die in den Unteransprüchen aufgelisteten Maßnahmen können in vorteilhafter Weise miteinander kombiniert werden.

In den Figuren ist ein Ausführungsbeispiel erläutert.

Es zeigen

Figur 1	ein Schichtsystem nach dem Stand der Technik,
Figuren 2 bis 6	Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens,
Figur 7	eine Gasturbine,
Figur 8	eine Brennkammer und
Figur 9	eine Dampfturbine.

Figur 1 zeigt ein Schichtsystem 1, das zumindest aus einem Substrat 4 und zumindest einer Schicht 7 besteht.

- 5 Das Schichtsystem 1 ist beispielsweise ein Bauteil einer Dampf- oder Gas- 100 Turbine (Schaufel 120, 130, Brennkammerauskleidung 155,...).
- Das Substrat 4 ist daher beispielsweise eine nickel- oder kobaltbasierte Superlegierung, d.h. metallisch. Das Substrat
- 10 4 kann auch keramisch sein.
- Die Beschichtung 7 ist keramisch oder metallisch und besteht beispielsweise aus einer MCrAlX-Legierung.
- M steht für zumindest ein Element der Gruppe Fe (Eisen), Co (Kobalt) oder Ni (Nickel). X steht für Yttrium und/oder
- 15 zumindest ein Element der Seltenen Erden.

Das Substrat 4 weist eine Vertiefung 10 (Riss, Vertiefung, Ausfräsung) auf, beispielsweise bedingt durch den langen Betriebseinsatz eines Bauteils oder durch die Art der Herstellung.

20 Eine ordnungsgemäße Beschichtung des Substrats 4 ist in diesem Zustand noch nicht möglich.

Die Vertiefung 10 wird vorher gegebenenfalls gereinigt (Entfernung von Oxiden) und danach aufgefüllt mit einem ersten

25 mehrkomponentigen Material 13. Dies ist beispielsweise ein Lot 13.

Lote 13 enthalten beispielsweise als Schmelzpunkterniedriger Komponenten, die bei höheren Temperaturen mit der Beschichtung 7 reagieren.

30 Schmelzpunkterniedriger sind oft notwendig, damit das Lot niedrigviskos wird und in einen schmalen Riss gut eindringen kann und vollständig auffüllt.

Beispielsweise enthält das Lot 13 Bor (B) oder borhaltige Verbindungen, die mit dem Chrom (Cr) der MCrAlX-Schicht 7

35 Chromboridphasen 16 bilden, die spröde sind und das mechanische Verhalten und/oder das Korrosionsschutzverhalten negativ beeinflussen.

Diese unerwünschten Phasen 16 bilden sich bei einer Reaktion von zumindest einer Komponente (Schmelzpunkterniedriger) des ersten mehrkomponentigen Materials 13 mit der Beschichtung 7 bei einer folgenden Wärmebehandlung oder während des betrieb-

lichen Einsatzes.  
Dabei diffundiert Bor in die Beschichtung 7 und/oder Chrom aus der Beschichtung 7 in die Vertiefung 10 mit dem Material 13.

Figur 2 zeigt einen ersten Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Die Vertiefung 10 ist bereits mit dem Lot 13 aufgefüllt und ggf. durch eine Lötwärmebehandlung mit dem Substrat 4 verbunden. Hier ist der Schmelzpunkterniedriger in dem Material 13 noch erwünscht, um eine Anbindung des Materials 13 an das Substrat 4 in der Vertiefung 10 zu erzielen.

Auf einer Oberfläche 19 des Substrats 4 im Bereich der Vertiefung 10 wird ein zweites Material 22 aufgebracht und bildet eine lokale Beschichtung (Lokal bedeutet: Anteil der Fläche von 22 (= Querschnittsfläche Vertiefung 10) ist kleiner (<20%) als die Fläche der Beschichtung 7). Die Dicke dieser Schicht aus dem Material 22 ist beispielsweise dünner als die noch aufzubringende Beschichtung 7.

Das zweite Material 22 ist beispielsweise Chrom, eine chromhaltige Verbindung oder Legierung oder eine Legierung anderer Metalle. Andere Materialien sind denkbar.

Das zweite Material 22 kann durch Pasten, Schlicker, Bänder (Tapes), Plasmaspritzen usw. aufgebracht werden, die zumindest einen hohen Anteil des zweiten Materials 22 aufweisen.

Durch eine Entfernungswärmebehandlung, insbesondere durch eine separate Diffusionswärmebehandlung bei hohen Temperaturen, aber alternativ beispielsweise auch gleichzeitig bei obiger Lötwärmebehandlung, bei der das Substrat 4 mit dem ersten Material 13 und dem zweiten Material 22 erhitzt wird,

bilden sich Phasen (Verbindungen) 16 (Fig. 3), beispielsweise in Form von Ausscheidungen, wodurch dem ersten Material 13 zumindest eine unerwünschte Komponente entzogen wird, die mit der noch aufzubringenden Beschichtung 7 (Fig. 5) unerwünschte Phasen 16 bildet.

Solche Phasen sind beispielsweise Chromboride, die sich mit dem noch nach der Lötwärmebehandlung ungebundenen Bor bilden. Auch interstitiell (ein Gitter) gelöstes Bor in dem Material 22 ist denkbar.

Die Phasen 16 können sich in dem Material 22 und/oder in dem Material 13 in der Vertiefung 10 bilden.

Das Material 22 ist daher beispielsweise ein Bestandteil der Beschichtung 7, beispielsweise Chrom der MCrAlX-Beschichtung. Es kann jedoch auch ein Material gewählt werden, das keine Elemente oder Bestandteile der Beschichtung 7 enthält.

Es muss nur mit der zumindest einen unerwünschten Komponente des ersten Materials 13 reagieren können, die sonst mit der Beschichtung 7 in unerwünschter Weise reagieren würde.

Eine Beschichtung kann in diesem Zustand (Fig. 6) erfolgen, weil das zweite Material 22 die unerwünschten Komponenten des ersten Materials 13 in Form von Verbindungen fest bindet, wodurch keine oder kaum noch eine Reaktion mehr mit dem Material der Beschichtung 7 erfolgen kann. Die Beschichtung mit dem Material 22 stellt auch eine Diffusionsbarriere oder -schwelle für noch diffundierende unerwünschte Komponenten dar.

Das zweite Material 22 und/oder Material 13 mit den Sprödphasen 16 kann aber auch entfernt werden (Fig. 4), insbesondere durch Abschleifen.

Danach erfolgt die Beschichtung 7 (Fig. 5).

Auch durch folgende Wärmebehandlungen des Substrats 4 entstehen keine Sprödphasen in der Beschichtung 7, da das erste Material 13 zumindest in der Nähe der Oberfläche 19 kaum oder

keine unerwünschten Komponenten mehr enthält, die mit dem Material der Beschichtung 7 zu unerwünschten Verbindungen reagieren.

- 5 Das Bauteil, das so hergestellt wird, kann ein neu gefertigtes Bauteil oder ein gebrauchtes Bauteil sein. Insbesondere bei Reparaturlötungen von Bauteilen (Refurbishment) findet das Verfahren seine Anwendung.
- Dabei findet vorab ein Entschichten statt. Die Fehler (Risse) werden nach dem Verfahren repariert und ggf. wieder beschichtet, insbesondere mit einer MCrAlX und einer keramischen Wärmedämmschicht darauf.
- 10
- 15 Die Figur 7 zeigt eine Gasturbine 100 in einem Längsteilschnitt.
- Die Gasturbine 100 weist im Inneren einen um eine Rotationsachse 102 drehgelagerten Rotor 103 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird. Entlang des Rotors 103 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 104, ein Verdichter 105, eine beispielsweise torusartige Brennkammer 110, insbesondere Ringbrennkammer 106, mit mehreren koaxial angeordneten Brennern 107, eine Turbine 108 und das Abgasgehäuse 109. Die Ringbrennkammer 106 kommuniziert mit einem beispielsweise ringförmigen Heißgaskanal 111. Dort bilden beispielsweise vier hintereinandergeschaltete Turbinenstufen 112 die Turbine 108. Jede Turbinenstufe 112 ist aus zwei Schaufelringen gebildet. In Strömungsrichtung eines Arbeitsmediums 113 gesehen folgt im Heißgaskanal 111 einer Leitschaufelreihe 115 eine aus Laufschaufeln 120 gebildete Reihe 125.
- 20
- 25
- 30
- Die Leitschaufeln 130 sind dabei am Stator 143 befestigt, wohingegen die Laufschaufeln 120 einer Reihe 125 mittels einer Turbinenscheibe 133 am Rotor 103 angebracht sind. An dem Rotor 103 angekoppelt ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine (nicht dargestellt).
- 35

Während des Betriebes der Gasturbine 100 wird vom Verdichter 105 durch das Ansauggehäuse 104 Luft 135 angesaugt und verdichtet. Die am turbinenseitigen Ende des Verdichters 105 bereitgestellte verdichtete Luft wird zu den Brennern 107 geführt und dort mit einem Brennmittel vermischt. Das Gemisch wird dann unter Bildung des Arbeitsmediums 113 in der Brennkammer 110 verbrannt. Von dort aus strömt das Arbeitsmedium 113 entlang des Heißgaskanals 111 vorbei an den Leitschaufeln 130 und den Laufschaufeln 120. An den Laufschaufeln 120 entspannt sich das Arbeitsmedium 113 impulsübertragend, so dass die Laufschaufeln 120 den Rotor 103 antreiben und dieser die an ihn angekoppelte Arbeitsmaschine.

Die dem heißen Arbeitsmedium 113 ausgesetzten Bauteile unterliegen während des Betriebes der Gasturbine 100 thermischen Belastungen. Die Leitschaufeln 130 und Laufschaufeln 120 der in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums 113 gesehen ersten Turbinenstufe 112 werden neben den die Ringbrennkammer 106 auskleidenden Hitzeschildsteinen am meisten thermisch belastet. Um den dort herrschenden Temperaturen standzuhalten, werden diese mittels eines Kühlmittels gekühlt. Ebenso können die Schaufeln 120, 130 Beschichtungen gegen Korrosion (MCrAlX; M = Fe, Co, Ni, X=Y, Seltenen Erden) und Wärme (Wärmedämmschicht, beispielsweise  $ZrO_2$ ,  $Y_2O_3$ - $ZrO_2$ ) aufweisen.

Die Leitschaufel 130 weist einen dem Innengehäuse 138 der Turbine 108 zugewandten Leitschaufelfuß (hier nicht dargestellt) und einen dem Leitschaufelfuß gegenüberliegendem Leitschaufelkopf auf. Der Leitschaufelkopf ist dem Rotor 103 zugewandt und an einem Befestigungsring 140 des Stators 143 festgelegt.

Die Figur 8 zeigt eine Brennkammer 110 einer Gasturbine. Die Brennkammer 110 ist beispielsweise als so genannte Ringbrennkammer ausgestaltet, bei der eine Vielzahl von in Umfangsrichtung um die Turbinenwelle 103 herum angeordneten

Brennern 102 in einen gemeinsamen Brennkammerraum münden. Dazu ist die Brennkammer 110 in ihrer Gesamtheit als ringförmige Struktur ausgestaltet, die um die Turbinenwelle 103 herum positioniert ist.

5

Zur Erzielung eines vergleichsweise hohen Wirkungsgrades ist die Brennkammer 110 für eine vergleichsweise hohe Temperatur des Arbeitsmediums M von etwa 1000°C bis 1600°C ausgelegt. Um auch bei diesen, für die Materialien ungünstigen Betriebsparametern eine vergleichsweise lange Betriebsdauer zu ermöglichen, ist die Brennkammerwand 153 auf ihrer dem Arbeitsmedium M zugewandten Seite mit einer aus Hitzeschildelementen 155 gebildeten Innenauskleidung versehen. Jedes Hitzeschildelement 155 ist arbeitsmediumsseitig mit einer besonders hitzebeständigen Schutzschicht ausgestattet oder aus hochtemperaturbeständigem Material gefertigt. Aufgrund der hohen Temperaturen im Inneren der Brennkammer 110 ist zudem für die Hitzeschildelemente 155 bzw. für deren Halteelemente ein Kühlsystem vorgesehen.

10

15

20

Die Brennkammer 110 ist insbesondere für eine Detektion von Verlusten der Hitzeschildelemente 155 ausgelegt. Dazu sind zwischen der Brennkammerwand 153 und den Hitzeschildelementen 155 eine Anzahl von Temperatursensoren 158 positioniert.

25



## Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Schichtsystems (1) mit einem Substrat (4),  
5 wobei das Substrat (4) eine aufzufüllende Vertiefung (10) aufweist,  
die mit einem ersten mehrkomponentigen Material (13) so aufgefüllt wird,  
dass dann eine Beschichtung (7) des Substrats (4) im  
10 Bereich der aufgefüllten Vertiefung (10) erfolgen kann,  
wobei das erste mehrkomponentige Material (13) zumindest eine unerwünschte Komponente enthält,  
die eine Eigenschaft der Beschichtung (7) verschlechtert,  
15 wenn die zumindest eine unerwünschte Komponente in die Beschichtung (7) diffundiert,  
  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
  
in einem Zwischenschritt ein zweites Material (22) nur im  
20 Bereich der aufgefüllten Vertiefung (10) aufgebracht wird,  
so dass die unerwünschte Komponente kaum oder gar nicht mehr in die Beschichtung (7) diffundiert.
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
  
das zweite Material (22) die unerwünschte Komponente des  
mehrkomponentigen Materials (13) in der Vertiefung (10)  
30 abdeckt und so als Diffusionsbarriere wirkt.

3. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

in einem Zwischenschritt eine Entfernungswärmebehandlung  
5 durchgeführt wird,

so dass aus dem ersten mehrkomponentigen Material (13) in  
der Vertiefung zumindest eine unerwünschte Komponente  
zumindest teilweise in das zweite Material (22) gelangt.

10

4. Verfahren nach Anspruch 3,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

das zweite Material (22) zusammen mit der aus dem ersten  
15 Material (13) entfernten zumindest einen unerwünschten  
Komponente nach der Entfernungswärmebehandlung und vor der  
Beschichtung des Substrats (4) mit der Beschichtung (7)  
entfernt wird,  
insbesondere durch eine Schleifbehandlung.

20

5. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

das erste mehrkomponentige Material (13) ein Lot ist,  
25 das als zumindest eine Komponente zumindest einen Schmelz-  
punkterniedriger als unerwünschte Komponente aufweist.

30 6. Verfahren nach Anspruch 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

der Schmelzpunkterniedriger aus Bor besteht oder Bor ent-  
hält.

35

7. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

mit dem ersten Material (13) vor dem Aufbringen der

5 Beschichtung (7) eine Lötwärmebehandlung durchgeführt wird,

wodurch sich das erste Material (13) mit dem Substrat (4) in der Vertiefung (10) verbindet.

10

8. Verfahren nach Anspruch 3 oder 7,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

als Entfernungswärmebehandlung eine Diffusionswärmebehandlung  
15 oder eine Lötwärmebehandlung durchgeführt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

20

als Substrat (4) eine Eisen-, Nickel- oder Kobalt-basierte Superlegierung verwendet wird.

25 10. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

als Beschichtung (7) eine MCrAlX-Legierung verwendet wird,  
wobei M zumindest ein Element der Gruppe Fe, Co oder Ni  
30 ist,

und X Yttrium und/oder zumindest ein Element der Seltenen Erden ist.

11. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
die Schichtdicke der Beschichtung mit dem zweiten Material  
5 (22) im Vergleich zur Beschichtung (7) dünn ist.

12. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
10 als zweites Material (22) Chrom oder chromhaltige Verbindungen oder Legierungen verwendet werden.

13. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass das erste mehrkomponentige Material (13) zumindest  
eine unerwünschte Komponente enthält,  
20 die eine unerwünschte Verbindung mit der Beschichtung (7) bildet,  
und dass das zweite Material (22) während der Entfernungswärmebehandlung mit der zumindest einen unerwünschten Komponente des ersten mehrkomponentigen Materials (13) eine  
25 Verbindung bildet.

14. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
30 das zweite Material (22) durch eine Paste, einen Schlicker, ein Band oder andere Verfahren aufgebracht wird.

15. Bauteil, das nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14 hergestellt wurde.

16. Bauteil nach Anspruch 15,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Bauteil ein Turbinenbauteil einer Gasturbine (100)  
oder Dampfturbine ist.

17. Bauteil nach Anspruch 15, 16,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Bauteil (1) eine Turbinenschaufel (120, 130) ist.

18. Bauteil nach Anspruch 15, 16,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Bauteil (1) eine Brennkammerauskleidung (155) ist.

19. Bauteil nach den Ansprüchen 15 bis 18,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Bauteil (1) nach seinem Einsatz gemäss einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15 wiederaufgearbeitet wird.

20. Bauteil nach den Ansprüchen 15 bis 19,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Bauteil (1) ein Neubauteil ist.

21. Bauteil nach den Ansprüchen 15 bis 20,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Bauteil (1) eine keramische Wärmedämmschicht aufweist.

1 / 5

FIG 1

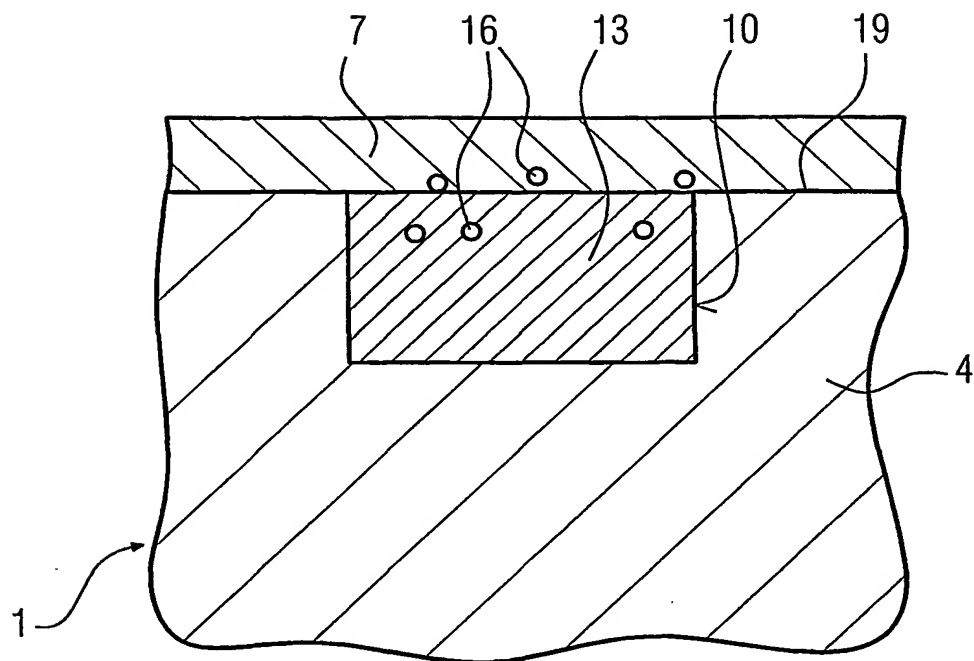
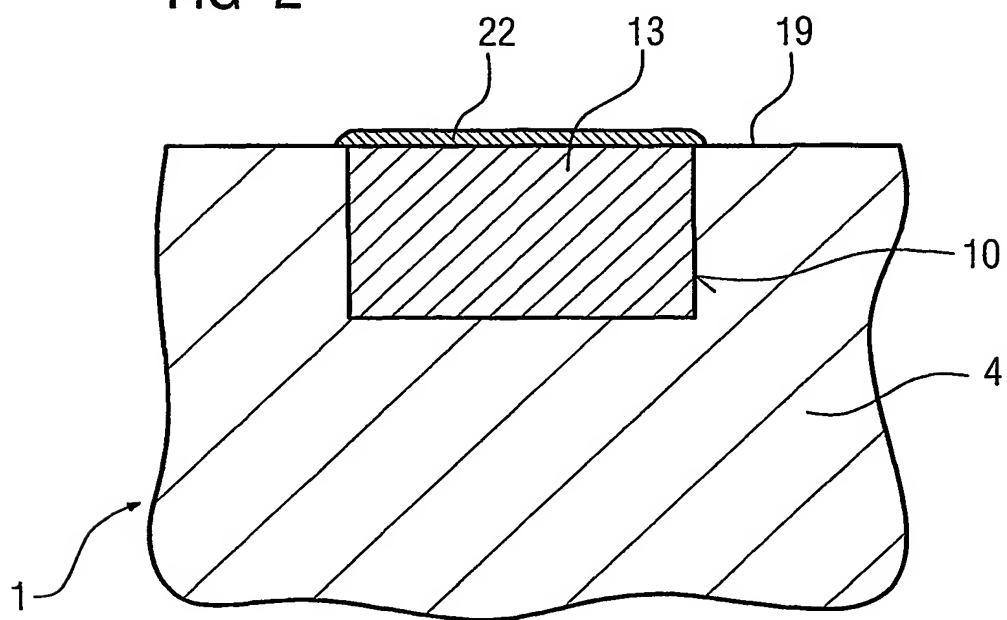


FIG 2



2 / 5

FIG 3

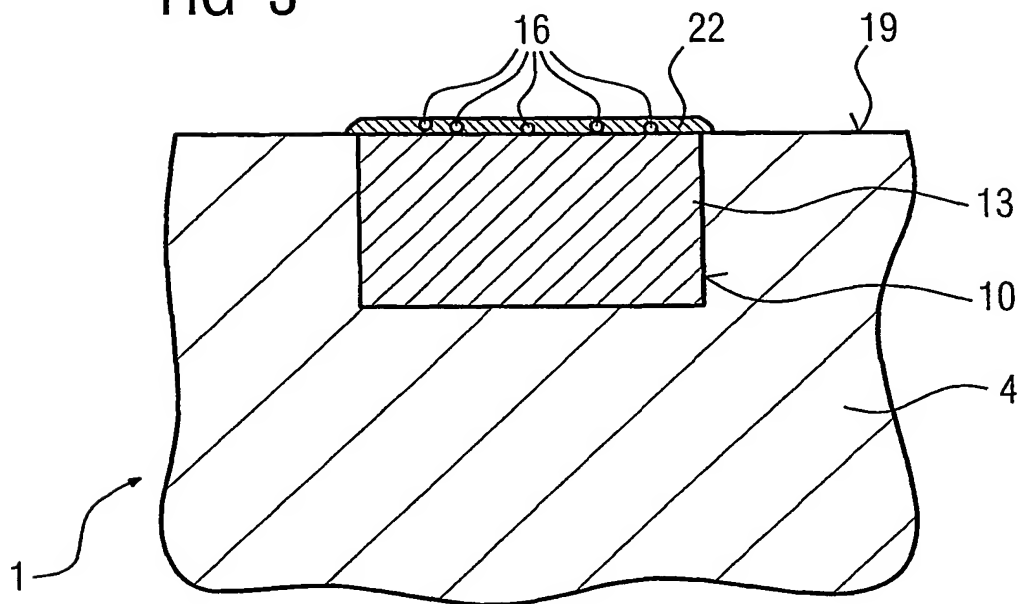
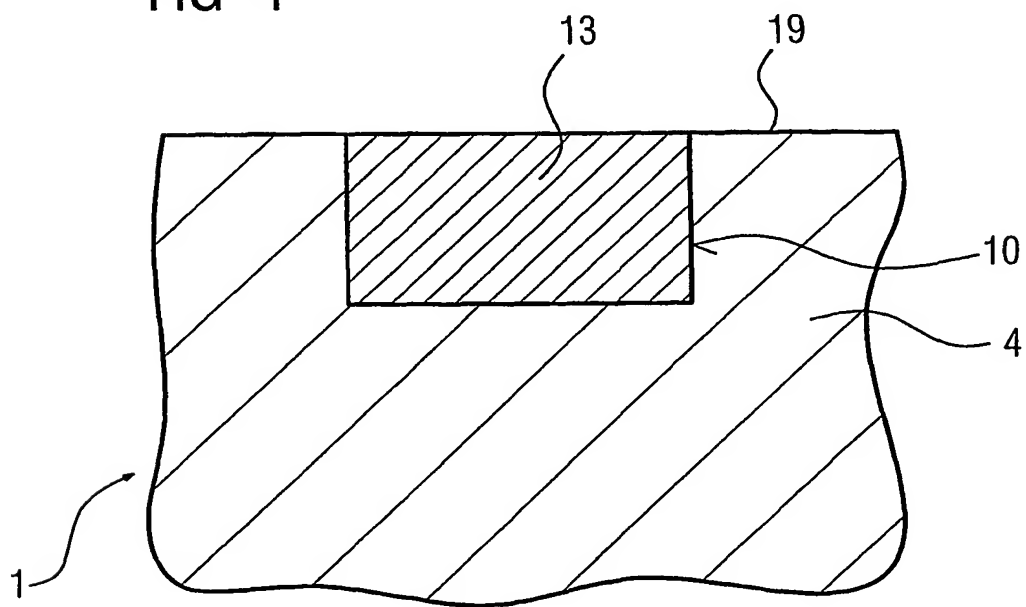


FIG 4



3 / 5

FIG 5

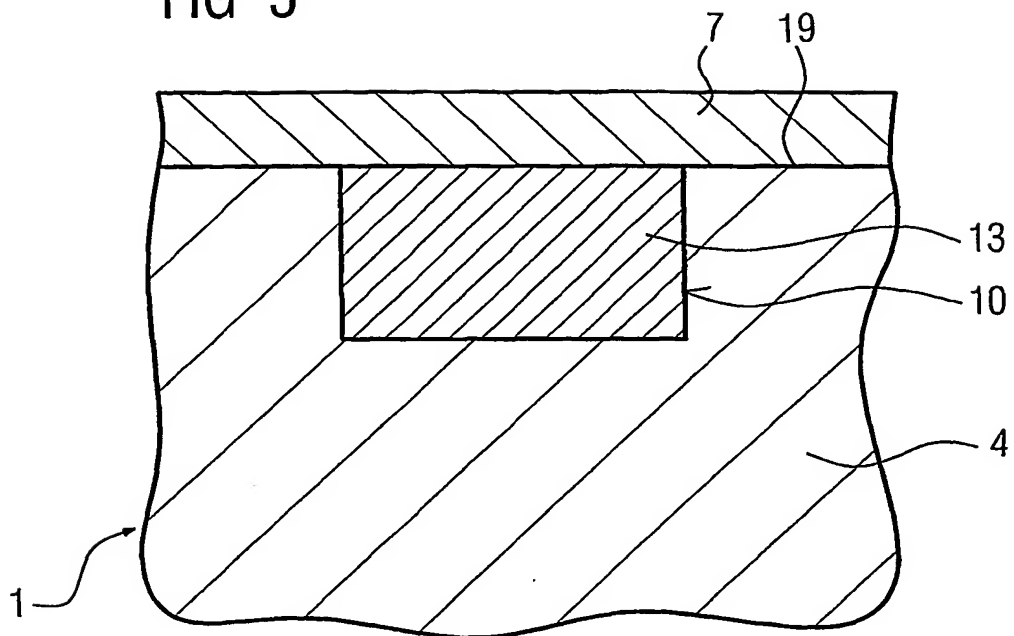
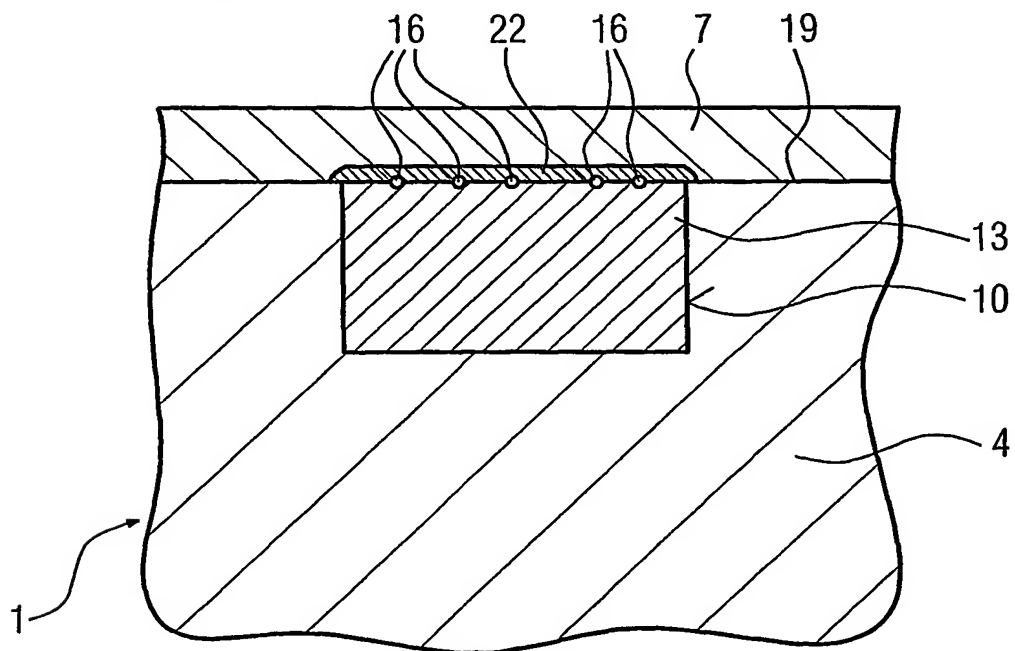
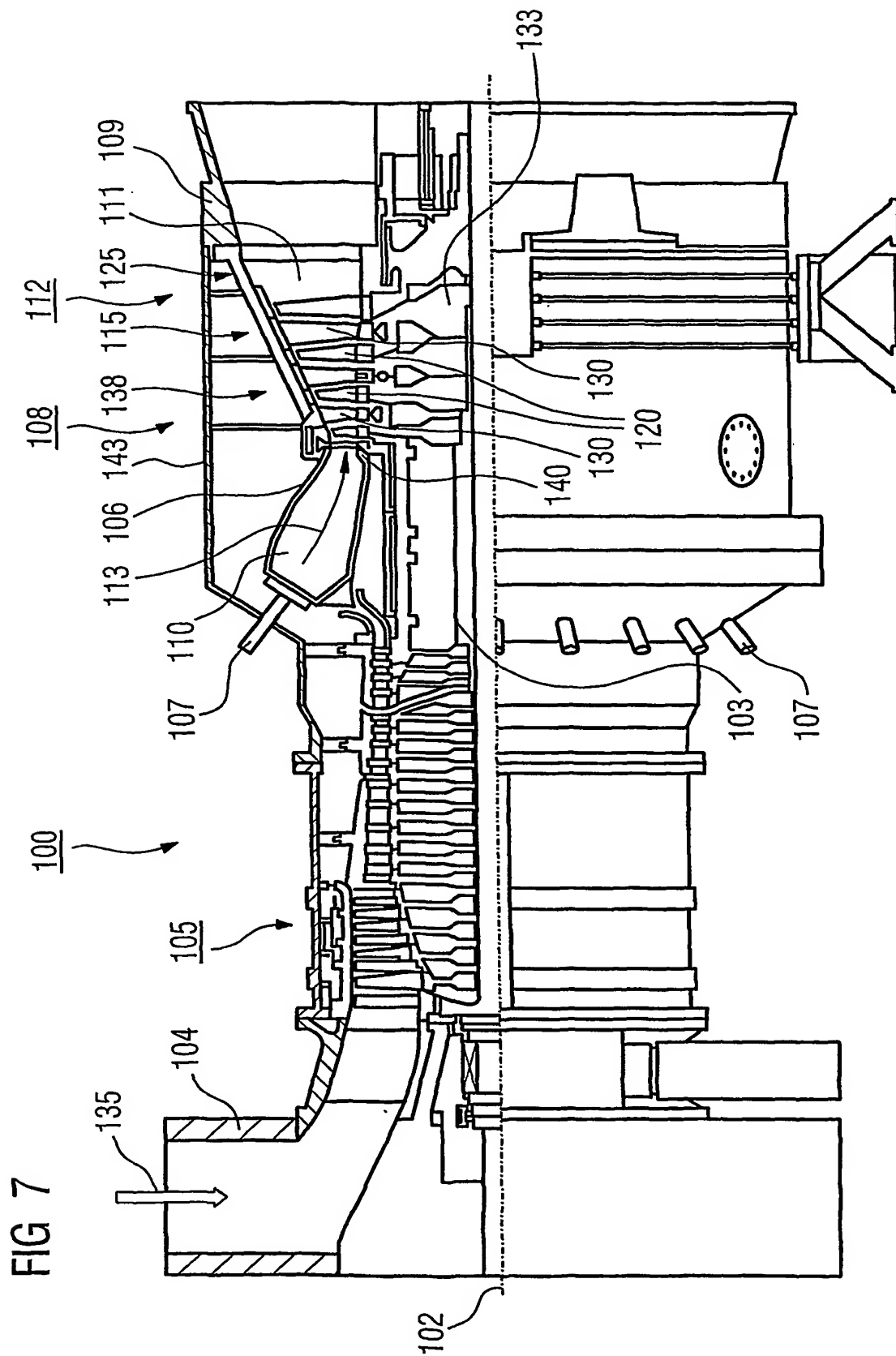


FIG 6



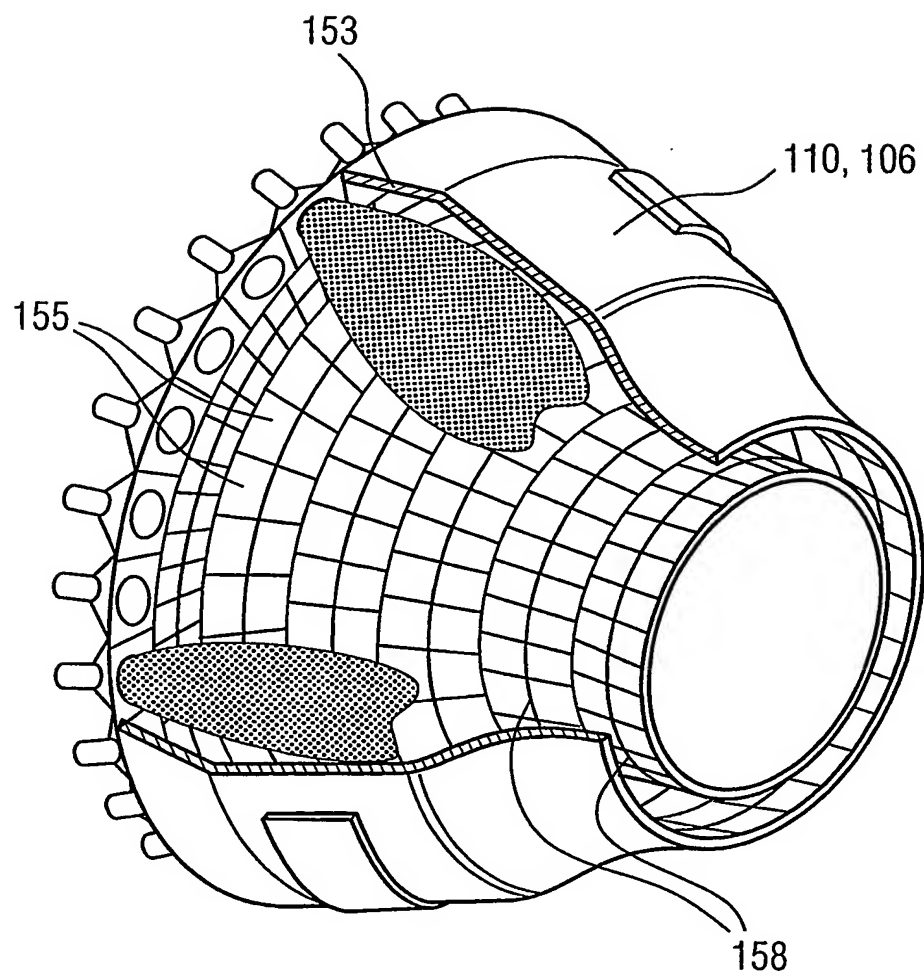


4/5



5/5

FIG 8



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/010349

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B23P6/00 F01D5/00 C23C4/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B23P F01D C23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 38 16 310 A (BBC BROWN BOVERI & CIE) 12 January 1989 (1989-01-12) the whole document	1-3,10, 11,13-21
Y	US 3 573 963 A (MAXWELL DOUGLAS H) 6 April 1971 (1971-04-06)  abstract; figures 1,2	1,2, 5-11, 13-21
Y	US 5 549 767 A (KURPASKA S MICHAEL ET AL) 27 August 1996 (1996-08-27)	1-3, 5-11,13, 14
X	the whole document	15-21
A	EP 1 258 312 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 20 November 2002 (2002-11-20)	1-3, 5-11,13, 14
X	the whole document	16-21
-/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 March 2005

Date of mailing of the international search report

31/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Badcock, G

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/010349

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2002, no. 02, 2 April 2002 (2002-04-02) &amp; JP 2001 288554 A (TOSHIBA CORP), 19 October 2001 (2001-10-19) abstract</p> <p>-----</p>	1-21

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/010349

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3816310.	A	12-01-1989	DE 3816310 A1	12-01-1989
			JP 1017846 A	20-01-1989
US 3573963	A	06-04-1971	DE 1558677 A1	23-04-1970
			FR 1552850 A	10-01-1969
			GB 1167067 A	15-10-1969
			SE 346571 B	10-07-1972
			US 3450512 A	17-06-1969
US 5549767	A	27-08-1996	US 5741378 A	21-04-1998
			US 5922150 A	13-07-1999
			AT 199671 T	15-03-2001
			DE 69330018 D1	19-04-2001
			DE 69330018 T2	21-06-2001
			EP 0593736 A1	27-04-1994
			JP 3032295 B2	10-04-2000
			JP 7500539 T	19-01-1995
			WO 9322097 A1	11-11-1993
EP 1258312	A	20-11-2002	US 2002185198 A1	12-12-2002
			CN 1401458 A	12-03-2003
			EP 1258312 A2	20-11-2002
			JP 2003048065 A	18-02-2003
			SG 99968 A1	27-11-2003
JP 2001288554	A	19-10-2001	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/010349

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 B23P6/00 F01D5/00 C23C4/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 B23P F01D C23C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)  
EPO-Internal, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 38 16 310 A (BBC BROWN BOVERI & CIE) 12. Januar 1989 (1989-01-12) das ganze Dokument	1-3, 10, 11, 13-21
Y	US 3 573 963 A (MAXWELL DOUGLAS H) 6. April 1971 (1971-04-06)  Zusammenfassung; Abbildungen 1,2	1, 2, 5-11, 13-21
Y	US 5 549 767 A (KURPASKA S MICHAEL ET AL) 27. August 1996 (1996-08-27)	1-3, 5-11, 13, 14
X	das ganze Dokument	15-21
A	EP 1 258 312 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 20. November 2002 (2002-11-20)	1-3, 5-11, 13, 14
X	das ganze Dokument	16-21
-/-		

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. März 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

31/03/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Badcock, G

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/010349

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN  Bd. 2002, Nr. 02,  2. April 2002 (2002-04-02)  &amp; JP 2001 288554 A (TOSHIBA CORP),  19. Oktober 2001 (2001-10-19)  Zusammenfassung</p> <p>-----</p>	1-21

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/010349

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3816310	A	12-01-1989	DE 3816310 A1	12-01-1989
			JP 1017846 A	20-01-1989
US 3573963	A	06-04-1971	DE 1558677 A1	23-04-1970
			FR 1552850 A	10-01-1969
			GB 1167067 A	15-10-1969
			SE 346571 B	10-07-1972
			US 3450512 A	17-06-1969
US 5549767	A	27-08-1996	US 5741378 A	21-04-1998
			US 5922150 A	13-07-1999
			AT 199671 T	15-03-2001
			DE 69330018 D1	19-04-2001
			DE 69330018 T2	21-06-2001
			EP 0593736 A1	27-04-1994
			JP 3032295 B2	10-04-2000
			JP 7500539 T	19-01-1995
			WO 9322097 A1	11-11-1993
EP 1258312	A	20-11-2002	US 2002185198 A1	12-12-2002
			CN 1401458 A	12-03-2003
			EP 1258312 A2	20-11-2002
			JP 2003048065 A	18-02-2003
			SG 99968 A1	27-11-2003
JP 2001288554	A	19-10-2001	KEINE	